EFFET PHOTOÉLECTRIQUE

— TERMINALE – PHYSIQUE-CHIMIE —

1. LE PHOTON

La lumière est un flux de **photons**, de **masse nulle**, se déplaçant toujours à c dans le vide ; absorbé, un photon cède **toute** son énergie.

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$h = 6{,}63 \times 10^{-34}\,\text{J}\cdot\text{s}$, $c = 3{,}00 \times 10^{8}\,\text{m/s}$, $1\,\text{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\,\text{J}$.

Photon vert, $\lambda = 500\,\text{nm}$

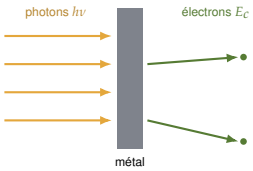
$$E = \frac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8}}{500 \times 10^{-9}} = 3{,}98 \times 10^{-19}\,\text{J} = 2{,}49\,\text{eV}$$

Un photon visible transporte **1 à 3 eV** ; UV davantage, IR moins.

2. L'EFFET PHOTOÉLECTRIQUE

Éjection d'électrons d'un métal éclairé. Trois observations inexplicables par la théorie ondulatoire :

- une **fréquence seuil** ν_0 : en dessous, **aucun** électron, même sous lumière intense ;
- au-dessus, effet **instantané**, même sous lumière faible ;
- l'**intensité** fixe le **nombre** d'électrons, la **fréquence** fixe leur **énergie**.



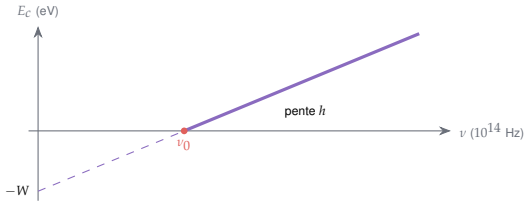
Einstein (1905) : lumière **quantifiée**, chaque photon cède son énergie en une seule fois. Nobel 1921.

3. TRAVAIL D'EXTRACTION ET BILAN D'ÉNERGIE

Travail d'extraction W : énergie minimale pour arracher un électron, caractéristique du métal.

$$E_c = h\nu - W \qquad \nu_0 = \frac{W}{h} \qquad \lambda_0 = \frac{hc}{W}$$

$E_c = h(\nu - \nu_0)$: droite de coefficient directeur h, coupant l'axe en ν_0. Si $\nu < \nu_0$ ($\lambda > \lambda_0$) : **aucune émission**, quelle que soit l'intensité.



Césium, $W = 1{,}9\,\text{eV}$

$W = 3{,}04 \times 10^{-19}\,\text{J}$; $\nu_0 = \dfrac{W}{h} = 4{,}6 \times 10^{14}\,\text{Hz}$; $\lambda_0 = 654\,\text{nm}$ (rouge).

Sous $\lambda = 400\,\text{nm}$: $E = 3{,}10\,\text{eV}$, $E_c = 3{,}10 - 1{,}9 = 1{,}2\,\text{eV}$

$v = \sqrt{\dfrac{2E_c}{m_e}} = 6{,}5 \times 10^{5}\,\text{m/s}$

Convertir W en joules **avant** de diviser par h.

4. APPLICATIONS DE L'INTERACTION PHOTON-MATIÈRE

Cellule photoélectrique : les photons arrachent des électrons à la cathode, collectés par l'anode ; courant **proportionnel au nombre de photons**.

Capteurs de lumière, **cellules photovoltaïques**, **DEL** (opération inverse), **spectroscopies** UV-visible et IR.

$$\eta = \frac{\mathcal{P}_{\text{électrique}}}{E \times S}$$

E : éclairement (W/m^2), S : surface du panneau.

Panneau solaire

$S = 1{,}7\,\text{m}^2$, $\mathcal{P} = 250\,\text{W}$, $E = 800\,\text{W/m}^2$:

$\mathcal{P}_{\text{reçue}} = 800 \times 1{,}7 = 1360\,\text{W}$; $\eta = \dfrac{250}{1360} = 18\,\%$.

Pertes : photons sous le seuil non absorbés, excédent d'énergie dissipé en chaleur. Panneaux actuels : 18 à 22 %.

À RETENIR

- $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, masse nulle.
- Fréquence seuil : pas d'émission si $\nu < \nu_0$.
- $E_c = h\nu - W$, $\nu_0 = \frac{W}{h}$.
- Intensité : nombre ; fréquence : énergie.
- $1\,\text{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\,\text{J}$.

pierre-carree.fr